



SAVONIA

Kunnossapidon kehittäminen vedentuo- tannon vastuualueella

Marko Leivo

Opinnäytetyö

15.12.2014 Kuopiossa

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Marko Leivo	
Työn nimi Kunnossapidon kehittäminen vedentuotannon vastuualueella	
Päiväys	15.12.2014
Sivumäärä	35
Ohjaaja(t) Lehtori Ari Vuoti	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Kuopion Vesi	
Tiivistelmä	
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää Jänneniemen vedenottamon kunnossapidon ja ennakko-huollon tehtyjen toimenpiteiden dokumentointia Kuopion vedelle.</p> <p>Konetekniikan insinööriopintoihin kuuluvana osana projekti 4 tehtiin esitutkimus huollon ja kunnossapidon kehittämisestä. Projekti tehtiin Kuopion Veden toimeksiannosta. Projektin yhteydessä haastattelimme tuotantopäällikköä ja huoltohenkilöstöä. Haastatteluissa saamien tietojen perusteella kunnossapidon dokumentointi on puutteellista. Huoltoa vaativat kohteet kartoitettiin, jonka jälkeen tehtiin tarkistus- ja huoltolistat tehtyjen toimenpiteiden dokumentoimiseksi. Listat toimitetaan arkistoitavaksi päävedenottamolle Itkonniemi.</p> <p>Työn tuloksena saatiin laadittua huolto- ja tarkastuslistat tehtyjen toimenpiteiden dokumentointiin. Listojen tarkoituksena on helpottaa huoltoa ja kunnossapitoa tekevien laitosasentajien työtä.</p>	
Avainsanat kunnossapito, kunnonvalvonta	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Marko Leivo			
Title of Thesis Development of Maintenance of a Water Production Plant			
Date	December 15, 2014	Pages	35
Supervisor(s) Mr. Ari Vuoti, Senior Lecturer			
Client Organisation/Partners Kuopio Vesi			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to develop the documentation of the measures taken in the maintenance and preventive maintenance at Jänneniemi water intake plant. The project was commissioned by Kuopion Vesi.</p> <p>As part of the mechanical engineering studies, a preliminary study of the needs for maintenance and preventive maintenance had been done earlier. This project, called project 4, was commissioned by Kuopion Vesi and therefore it was now used to find out the inadequacy of the documentation. Information on the current level and extent of the documentation was gathered by interviewing the production manager and maintenance personnel. The equipment that is requiring maintenance was charted and examined after that, lists for checking and documenting the measures taken were made and delivered to the main water intake plant in Itkonniemi.</p> <p>As a result of the project, lists for checking the maintenance done and measures taken were made for documentation.</p> <p>The checklists are designed to facilitate maintenance and the work of the maintenance men.</p>			
Keywords maintenance plan, condition monitoring			

Sisältö	
1 JOHDANTO.....	6
2 KUOPION VESI LIIKELAITOS.....	7
2.1 Vedentuotanto- ja puhdistus.....	8
2.2 Verkostot.....	8
3 KUNNOSSAPITO	10
3.1 Mitä kunnossapito on?	10
3.2 Kunnossapidon määritelmiä	11
3.3 Kunnossapitolajit PSK 6201	11
3.4 Kunnossapitolajit SFS-EN 13306.....	14
3.4.1 Ehkäisevä kunnossapito	16
3.4.2 Korjaava kunnossapito.....	16
3.4.3 Ennakkohuolto	17
3.5 Automaatio- ja tietojärjestelmät.....	17
3.5.1 Ohjelmoitava logiikka	18
3.5.2 Prosessiautomaatio	19
3.5.3 Kunnossapidon tietojärjestelmä	19
4 VEDENTUOTANNON KUNNOSSAPIDON NYKYTILA JÄNNENIEMESSÄ	22
4.1 Esiselvitys	22
4.2 Resurssit.....	25
4.3 Kunnossapito	26
4.4 Jänneniemen huoltokohteita	27
5 KUNNOSSAPIDON JA ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN JA TEHOSTAMINEN TULEVAISUUDESSA.....	30
5.1 Huoltokohteet- taulukko	30
5.2 Tarkastuskohteet tarkastuskäynnillä	32
6 TULOKSET JA YHTEENVETO	34
7 LÄHTEET	35

1 JOHDANTO

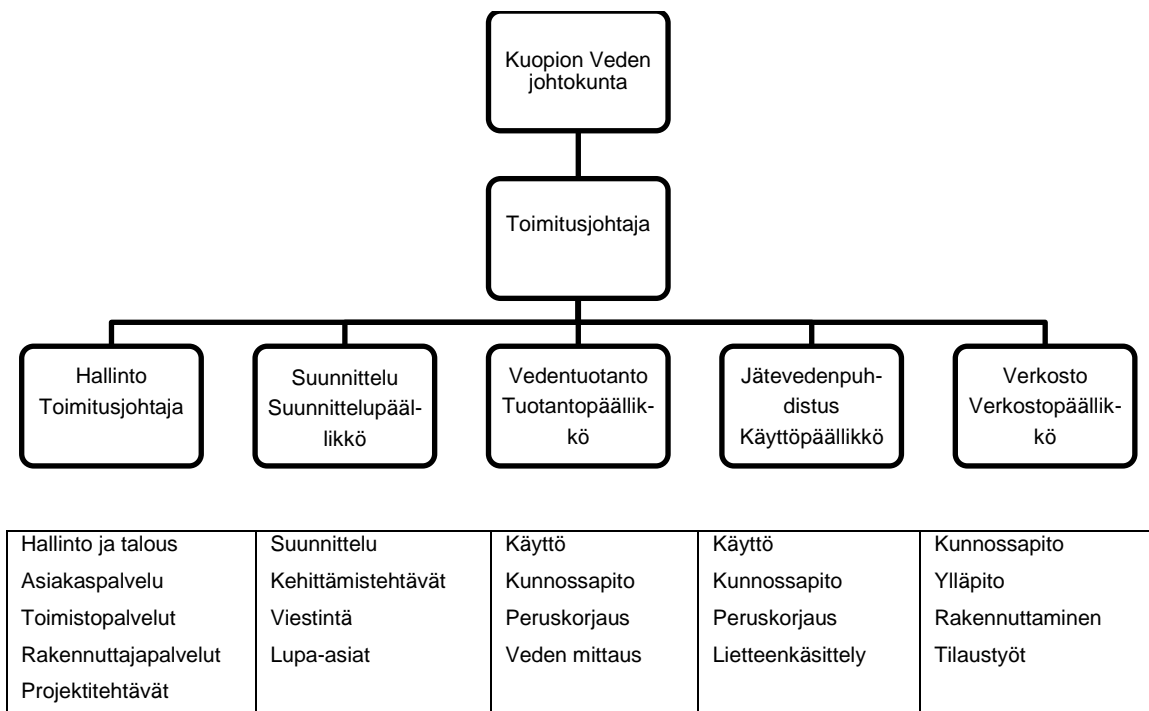
Opinnäytetyön tavoitteena on laatia Kuopion Veden Jänneniemenvedenottamolle kunnossapidon suunnitelma, jonka avulla voidaan hallita koneiden ja laitteiden huoltotoimenpiteitä. Opinnäytetyöhön ryhdyttiin, koska aikaisemmin tehdyn projekti 4 perusteella huomattiin, että Jänneniemen yksikölle ei ollut laadittu toimivaa huoltosuunnitelmaa. Tehtyjen huoltojen ja tarkastusten dokumentointi puuttuu. Tässä työssä laaditaan koneiden ja laitteiden huolto- ja tarkastuslistat. Huolto-ohjelma ja listojen mukaiset tarkastukset suoritetaan säännöllisesti ja ennakoivan huollon menetelmillä. Toimenpiteiden avulla voidaan estää mahdollisia laiterikkoja ja näin vähentää riskiä veden jakelun keskeytyksiin. Säännöllisesti tehdyt toimenpiteet lisäävät puhtaan veden tuotantovarmuutta.

Aihe rajataan Kuopion Veden Jänneniemen vedenottamon tarkastusten ja huoltojen dokumentointiin. Jänneniemen vedenottamo on Kuopion vedensaannin turvaamisessa tärkeä laitos, koska se pystyy yksin täyttämään kaupungin veden tarpeen. Opinnäytetyössä käsitellään kunnossapidon eri tyyppejä ja niihin liittyviä seikkoja.

2 KUOPION VESI LIIKELAITOS

Kuopion kaupungin omistama Kuopion Vesi Liikelaitos huolehtii toiminta-alueensa vesihuollosta vesihuoltolain mukaisesti. Vesilaitostoiminta on käynnistynyt Kuopiossa 1913. Tänä päivänä vedentuotanto on noin 6,2 miljoonaa m³. Liikevaihto oli vuonna 2012 17,7 miljoonaa euroa. Vesihuoltopalvelu palvelee noin 100 000:ta kuopiolaista, jotka kuuluvat Kuopion Veden toiminta-alueelle. Kuopion Veden toiminta-alueita ovat kaupunkialueen lisäksi Melalahden, Kurkimäen, Vehmersalmen, Karttulan ja Nilsin taajama-alue. Laitoksella on yhdeksän vedenottamoa, seitsemän vedenpuhdistuslaitosta, kuusi jätevedenpuhdistamoa ja noin 1500 kilometriä vesihuoltoverkostoa. Laitoksella on ISO 9000 -standardin mukainen laadunhallintajärjestelmä, jonka avulla vesihuoltopalveluiden laatua valvotaan. Kuopion Veden liikelaitos työllistää noin 80 henkeä. (Kuopion Vesi: Esittelymateriaali)

Kuopion Veden organisaatio muodostuu viidestä eri vastuualueesta. Vastuu alueet on lueteltu alla olevassa kuviossa. Tulosityksiköt toimivat yksiköiden päälliköiden alaisuudessa. Vuoden 2011 alussa valittiin Kuopion Veden johtokunta, jossa on seitsemän jäsentä. Ylimpänä organisaatiossa on Kuopion Veden johtokunta. Seuraavana tulee toimitusjohtaja. Sitten ovat eriyksiköiden päälliköt ja heidän vastuualueet. Alla olevasta kuviosta 1 selviää organisaation rakenne.



KUVIO 1. Kuopion Veden organisaatio

2.1 Vedentuotanto- ja puhdistus

Kuopion keskeisen kaupunkialueen veden kulutus on noin 17 000 m³/vrk. Kaupunkialueen vesi tulee Jänneniemen ja Hietasalon vedenottamoilta. Hietasalosta vettä otetaan noin 6000 m³/vrk ja Jänneniemestä loput vuorokausikulutuksesta. Molempien ottamoiden vedenotto perustuu pääosin rantaimetyykseen ja vesi on pohjaveden kaltaista. Jänneniemessä veden viipymäaika maaperässä on keskimäärin noin viisi kuukautta ja Hietasalossa noin kaksi viikkoa. Jänneniemen ja Hietasalon vedenottamot pystyvät kumpikin yksinään turvaamaan koko kaupungin veden tarpeen.

Kaupunkialueen vesi johdetaan kulutukseen keskitetysti Itkonniemen vesilaitokselta, jossa on myös mahdollisuus raakaveden ottoon suoraan Kallavedestä (varavesilähde).

Jänneniemen vedenottamon raakavedestä poistetaan rauta ja mangaani biologisessa puhdistusprosessissa ja Hietasalon vesi käsitellään Itkonniemen vesilaitoksella kemiallisella puhdistusprosessilla. Ennen kulutukseen johtamista Jänneniemen ja Hietasalon vedet sekoitetaan ja lopuksi desinfioidaan klooraamalla.

Kuopion Vesi ylläpitää myös pohjavedenottoja Melalahdessa, Kurkimäessä, Vehmersalmella ja Karttulassa. Melalahden, Vehmersalmen ja Karttulan vedenottamoiden harjupohjavedet tarvitsevat vain neutralointikäsittelyn. Kurkimäen kalliopora-kaivoista pumpattava vesi puolestaan puhdistetaan hidassuodatusmenetelmällä. Melalahden, Kurkimäen ja Vehmersalmen vedet desinfioidaan ultraviolettivalolla.

Kuopion talousvesi on tasalaatuista ja täyttää hyvin sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen (461/2000) mukaiset laatuvaatimukset sekä suositusarvot.

(Kuopion Vesi: Tuotanto ja puhdistus)

2.2 Verkostot

Kuopion Veden toiminta-alueet kattavat keskeisen kaupunkialueen sekä Melalahden, Kurkimäen, Vehmersalmen ja Karttulan taaja-asutusalueet. Toiminta-alueilla on yhteensä noin 1200 kilometriä vesihuoltoverkostoa. Verkostosta noin 580 kilometriä on vesijohtoa, 420 kilometriä jätevesiviemäriä ja 267 kilometriä hulevesiviemäriä. Uutta verkostoa valmistuu vuosittain noin 10–15 kilometriä. Tällä hetkellä painopiste verkostojen uudisrakentamisessa on Saaristokaupungin alueella.

Vesijohtoverkosto jakaantuu keskeisellä kaupunkialueella kahteentoista painepiiriin. Verkostossa on kolmetoista paineenkorotusasemaa ja kuusi ylävesisäiliötä.

Viemärointi on toteutettu erillisviemärointinä. Kaupunkialueella viemäriverkoston varrella on 67 jätevedenpumppaamoja. Melalahdessa jätevedenpumppaamoita on viisi, Kurkimäessä yksi, Vehmersalmella kymmenen ja Karttulassa viisitoista. (Kuopion Vesi: Verkotot)

3 KUNNOSSAPITO

Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.

Kunnossapidosta puhutaan teiden, katujen, rakennusten tai teollisuuden tuotantokoneiden hoidon yhteydessä.

3.1 Mitä kunnossapito on?

Kunnossapidon ensisijainen tavoite on pitää laitteet jatkuvasti käyttökunnossa. Kunnossapitoon toki edelleenkin kuuluvat rikkoutuneiden laitteiden tai komponenttien korjaukset, mutta korjaustoiminta ei missään nimessä ole kunnossapidon päätarkoitus. Kunnossapito ei myöskään ole nykyään kustannus vaan tärkeä tuotannontekijä, jonka avulla pystymme varmistamaan tuotantolaitoksen häiriöttömän toimintakyvyn. (Kunnossapidon perusteet)

Tavoitteen saavuttaminen vaatii:

A: TUOTANTOTOIMINNAN KUNNOSSAPIDOSSA

- suoritetaan kunnonvalvontaa, huoltoja, varsin erilaisten koneiden ja laitteiden modifiointia
- on pystyttävä korjaamaan syntynyt vika minimiviiveellä ja optimikustannuksin mahdollisimman nopeasti ja edullisesti.

(Kunnossapidon perusteet)

B: YLEISESSÄ KUNNOSSAPIDOSSA

- varmistetaan seurannalla ja ennakkoinnilla erilaisten toimintojen perusedellytysten saatavuus (esim. sähkö, vesi, ilma lämmitys)
- varmistetaan huoltamalla ja korjaamalla laitteiden toimintakyvyn säilyminen (koneet, kulkuvälineet, telat, pumput, puhelimet jne.)

(Kunnossapidon perusteet)

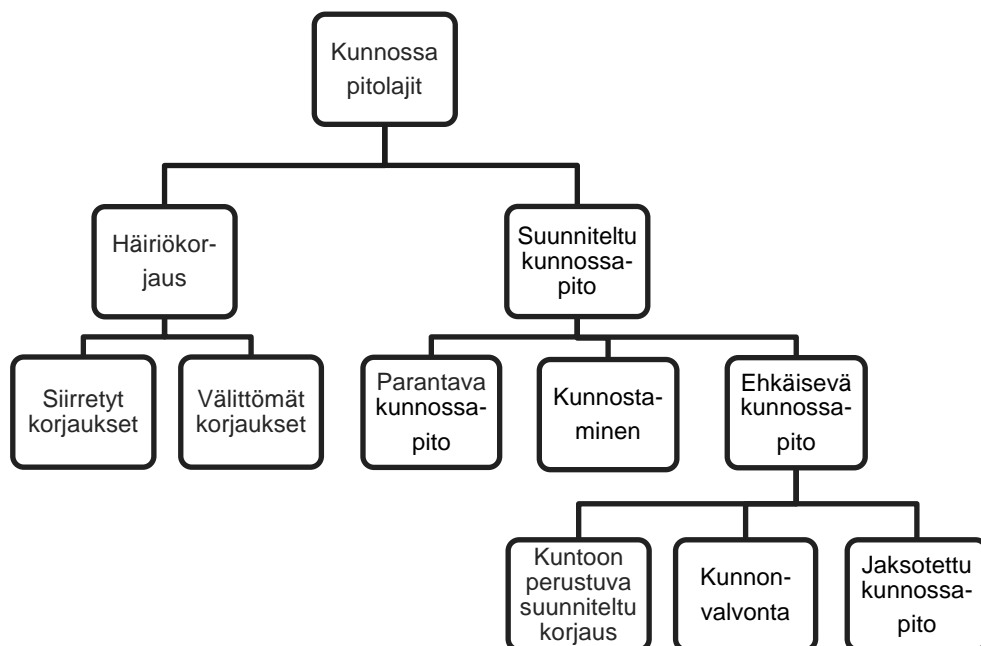
3.2 Kunnossapidon määritelmiä

Kunnossapito PSK 6201 ja SFS-EN 13306 standardien mukaan on määritelty seuraavasti:

- PSK 6201: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana. Samaa määritelmää käytetään myös standartissa PSK 7501.
- SFS-EN 13306: ”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”

3.3 Kunnossapitolajit PSK 6201

Kuviossa 2 on esitetty kunnossapitolajit PSK 6201 mukaan.



KUVIO 2. Kunnossapitolajien jaottelu häiriökorjauksiin ja suunniteltuun kunnossapitoon. (Mikkonen 2009, 97.)

Tässä kunnossapito jaetaan kahteen eri osaan. Suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjaukseen. Standardissa PSK 6201 on sanallisesti kuvattu eri kunnossapitolajit taulukon 1 mukaisesti.

Taulukossa 1 on esitetty kunnossapitolajit ja niiden kuvaukset standardin PSK 6201 mukaan.

TAULUKKO 1. Kunnossapitolajit (PSK 6201.)

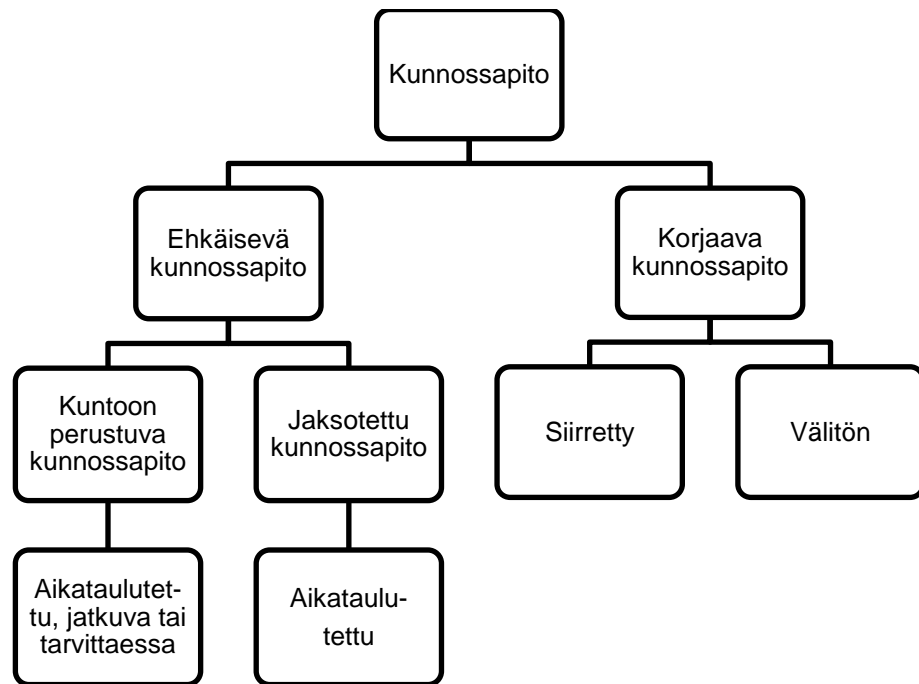
(Mikkonen 2009, 97.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.
Jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaan.
Huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet.
Tilanteenmukainen huolto	Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka tehdään kohteen tuotannon tai organisaation tilan salliessa.
Kunnonvalvonta	Kunnonvalvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittauksien analysointi. Kunnonvalvonta tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun.
Kuntoonperustuva suunniteltu korjaus	Kunnonvalvonnalla, aistinvaraisesti ja tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltu korjaus, kohteita ei havaita, niitä esimerkiksi tarkkaillaan, viat havaitaan.

Kunnostaminen	Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon.
Parantava kunnossapito	Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.
Häiriökorjaukset	Häiriökorjauksella palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaansa.
Välitön häiriökorjaus	Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle.
Siirretty häiriökorjaus	Korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa.
Korjaava kunnossapito	Korjaava kunnossapito on häiriökorjausten, kunnostamisen ja kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen summa.
Kuntokartoitus	Kuntokartoituksen tuloksena saadaan kokonaiskuva kohteesta. Kuntokartoituksella selvitetään merkittävimmät korjaustarpeet sekä esimerkiksi muiden tarkempien tutkimusten tarve. Kuntokartoituksen terminologia on määritelty tarkemmin standartissa PSK 6202.

3.4 Kunnossapitolajit SFS-EN 13306

Kuviossa 3 on esitetty kunnossapitolajit SFS-EN 13306 mukaan



KUVIO 3. Kunnossapitolajit (SFS-EN 13306.)

(Mikkonen 2009, 98.)

Taulukossa 2 on esitetty kunnossapitolajit ja kuvaus niistä SFS-EN 13306 mukaan.

TAULUKKO 2. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:n mukaan.

(Mikkonen 2009, 99.)

Kunnossapitolaji	Kuvaus
Ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa tehdään säännöllisin välein tai asetettujen kriteerien täytyessä. Tavoite on vähentää rikkoontumisen mahdollisuutta tai toimintakyvyn heikkenemistä.
Aikataulutettu kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa tehtävien jaksottaminen perustuu aikatauluun tai työjaksojen lukumäärään.
Jaksotettu kunnostaminen	Ehkäisevää kunnossapitoa, jaksotus perustuu kalenteriaikaan tai käytön määrään (työjaksojen lukumäärä).
Kuntoon perustuva kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa, jossa seurataan kohteen suorituskykyä tai suorituskyvyn parametreja ja toimitaan havaintojen mukaisesti. Seuranta voi olla aikataulutettua, jatkuvaa tai sitä tehdään tarpeen mukaan.
Ennakoiva kunnossapito	Kuntoon perustuva kunnossapito, joka perustuu niiden tekijöiden tarkkailuun ja analysointiin, jotka kuvaavat kohteen suorituskyvyn heikkenemistä.
Korjaava kunnossapito	Korjaava kunnossapito suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen. Tarkoitus on palauttaa toimintakunto.
Etäkunnossapito	Kauko-ohjattu kunnossapito, joka tehdään siten, että kunnossapitohenkilökunta ei ole suoraan tekemisissä kohteen kanssa.
Siirretty kunnossapito	Viivästetty korjaava kunnossapito, joka suoritetaan vikaantumisen havaitsemisen jälkeen viivästettynä (viive sovittujen ohjeiden mukaisesti).
Välitön kunnossapito	Välitön kunnossapito, suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta vältetään hyväksymättömiltä seurauksilta.

Käynninaikainen kunnossapito	Käynninaikainen kunnossapito
Lähikunnossapito	Kohteen luona paikanpäällä tehtävä kunnossapito
Käyttäjäkunnossapito	Koneen käyttäjän suorittama kunnossapito

Seuraavaksi tarkastellaan kunnossapidon erityyppisiä ja niihin liittyviä seikkoja.

3.4.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevässä kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskykyä tai sen parametreja. Tavoitteena vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen/osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevä kunnossapito on joko aikataulutettua, jatkuvaa tai vaadittaessa tehtävää. Tulosten perusteella voidaan aikatauluttaa tai suunnitella kunnossapidon tehtäviä. Ehkäisevän kunnossapidon toimintaan sisältyy tarkastaminen, kunnonvalvonta, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. Kunnonvalvontaa tehdään laitteen toimiessa tai seisokin aikana. Kunnonvalvonnassa etsitään oireilevia vikoja tai todetaan kohteen olevan toimintakunnossa.

(Järviö ym. 2007, 50.)

3.4.2 Korjaava kunnossapito

Korjaava kunnossapito tarkoittaa vian toteamisen jälkeen aloitettua korjausta. Korjaava kunnossapito voidaan jakaa suunnittelemattomaan häiriökorjaukseen tai suunniteltuun kunnostukseen. Korjaavassa kunnossapidossa vika määritellään ja paikallistetaan. Väliaikainen korjaus suoritetaan silloin, kun tarkoituksena on minimoida seisoktiin kuluva aika. Sopivassa ajankohdassa toimintakyky palautetaan ennalleen suorittamalla laitevaihto tai vian korjaus korjaamalla.

(Järviö ym. 2007, 49.)

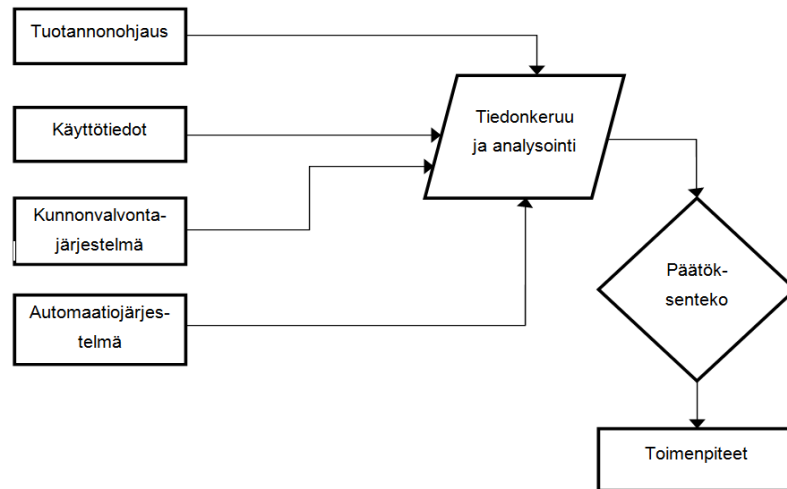
3.4.3 Ennakkohuolto

Ennakkohuollon tavoitteena on vähentää korjaavaa kunnossapitoa ja näin vähentää vikaantumisesta aiheutuvia seisokkeja. Huolellisesti suunnitellulla ennakkohuollolla pidetään yllä laitteiden käyttöominaisuuksia. Huoltaminen voi olla myös sitä, että palautetaan laitteen heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon tehtävien raja on häilyvä ja osittain ne menevätkin päällekkäin. Jaksotettu huolto tehdään määrävälein jossa välit määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan ottaen huomioon myös käytön rasittavuuden. Jaksotettuun huoltoon sisältyy toimintaedellytysten vaaliminen, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä toimintakyvyn palauttaminen. (Järviö ym. 2007, 50.)

3.5 Automaatio- ja tietojärjestelmät

Ennakoivan kunnossapidon toiminta vaatii, että sitä tukevat tietojärjestelmät ovat kunnossa. Ennakoivan kunnossapidon parissa työskentelevien on yleensä tarpeen ainakin jollakin tasolla hallita useita eri tarkoitukseen sopivia järjestelmiä. Kunnossapito-, tuotannonohjaus- ja automaatiojärjestelmästä saatavilla tiedoilla täydennetään kunnonvalvontajärjestelmän tuottamaa tietoa, kuvio 4. Näistä on hyötyä koneiden kuntoon liittyvissä analysoinneissa, mutta myös muiden järjestelmien sisältämät tiedot itsessään kertovat koneiden kunnosta. (Mikkonen 2009, 111.)

Kuviossa 4 on esitetty koneiden kunnossapidossa hyödynnettyjen tietojen käyttö.



KUVIO 4. Koneiden kunnonvalvonnassa hyödynnetään kaikki tieto.

Nykyaikaisen tuotantolaitoksen ja sen kunnossapitoon liittyy monia tietojärjestelmiä. Osa niistä toimii itsenäisesti ja osa on integroitu toisiinsa suuremmaksi kokonaisuudeksi.

Ennakkohuollon mittauksissa usein riittää, että hyödynnetään eri järjestelmien tietoa, kuten kuviossa 4 esitettiin. Seuraavassa kappaleessa tarkastellaan ohjelmoitavaa logiikkaa ja sen toimintaa.

3.5.1 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka on mikroprosessori -pohjainen laite, jossa on joko modulaarisia tai integroituja tulo- ja lähtöportteja, joihin on kytketty kentällä olevia antureita (paine- ja lämpötilamittauksia jne.) ja toimilaitteita (moottorin käynnistimiä, solenoideja, merkivaloja, venttiileitä jne.). Logiikka ohjaa toimilaitteita käyttäjän luoman paristovarmennettuun muistiin sijoitetun ohjelman ja sensoreiden antamien tietojen mukaisesti. Ohjelmoitavan logiikan kautta voidaan saada tietoja kunnonvalvontajärjestelmään. Esimerkiksi erilaisia mittaus-, säätö-, tai tilatietoja voidaan hyödyntää suoraan kunnonvalvonnassa.

(Mikkonen 2009, 114.)

3.5.2 Prosessiautomaatio

Prosessiautomaatiota on käsitteenä helpointa tarkastella sitä ylempien käsitteiden ja erilaisten rajausten avulla. Aloittamalla tarkastelu yleisestä automaation näkökulmasta voidaan todeta prosessiautomaation olevan osa teollisuusautomaatiota, jolla tarkoitetaan lyhyesti ilmaistuna teollisuuslaitoksissa sovellettua automaatiota. Kysymyksessä on siis erilaisten tuotantolaitosten automatisointiin käytetty tekniikka, joka koostuu laitteista, kuten mittalaitteista, toimilaitteista ja tietokonepohjaisista automaatiojärjestelmistä, sekä ohjelmistoista ja niihin sisällytetyistä menetelmistä, joita taas ovat mm. loogiset operaatiot ja päättely, säätötekniikka, suodatus, visualisointi ja vika-diagnostiikka.

Prosessiautomaatiossa tarkastelun kohteena on virtaavien aineiden, kuten nesteiden, kaasujen, lietteiden ja jauheiden käsittelyyn erikoistuneet tekniikat. Virtaavien aineiden käsittelyssä on runsaasti teollisuuden alasta riippumattomia yhteisiä piirteitä, minkä vuoksi niiden automaatiota ja muutakin tekniikkaa voidaan käsitellä samalla tavoin. Ensinnäkin niissä on useimmiten hallittavana samoja suureita, kuten virtausnopeus, paine, lämpötila, pinnankorkeus tai jokin pitoisuus. Toiseksi niissä pyritään hallitsemaan jotain fysikaalista (nykyisin myös bioteknistä) ilmiötä tai kemiallista reaktiota. Ilmiön tai reaktion luonne voi olla luonnostaan vakaa eli stabiili tai epävakaa eli epästabiili. Ensimmäisessä tapauksessa prosessiautomaation tehtäväksi jää lähinnä mittaustiedon esittäminen ihmiselle sopivassa muodossa sekä prosessin tavoitetilan muutosten ohjaus. Jälkimmäisessä tapauksessa automaation tulee lisäksi vakauttaa eli stabiloida prosessi niin, että se pysyy halutussa tilassa ja siirtyy hallitusti tilasta toiseen. Juuri näihin tapauksiin tarvitaankin takaisinkytkettyjä säätöpiirejä.

(Prosessiautomaatio: Tiedostot)

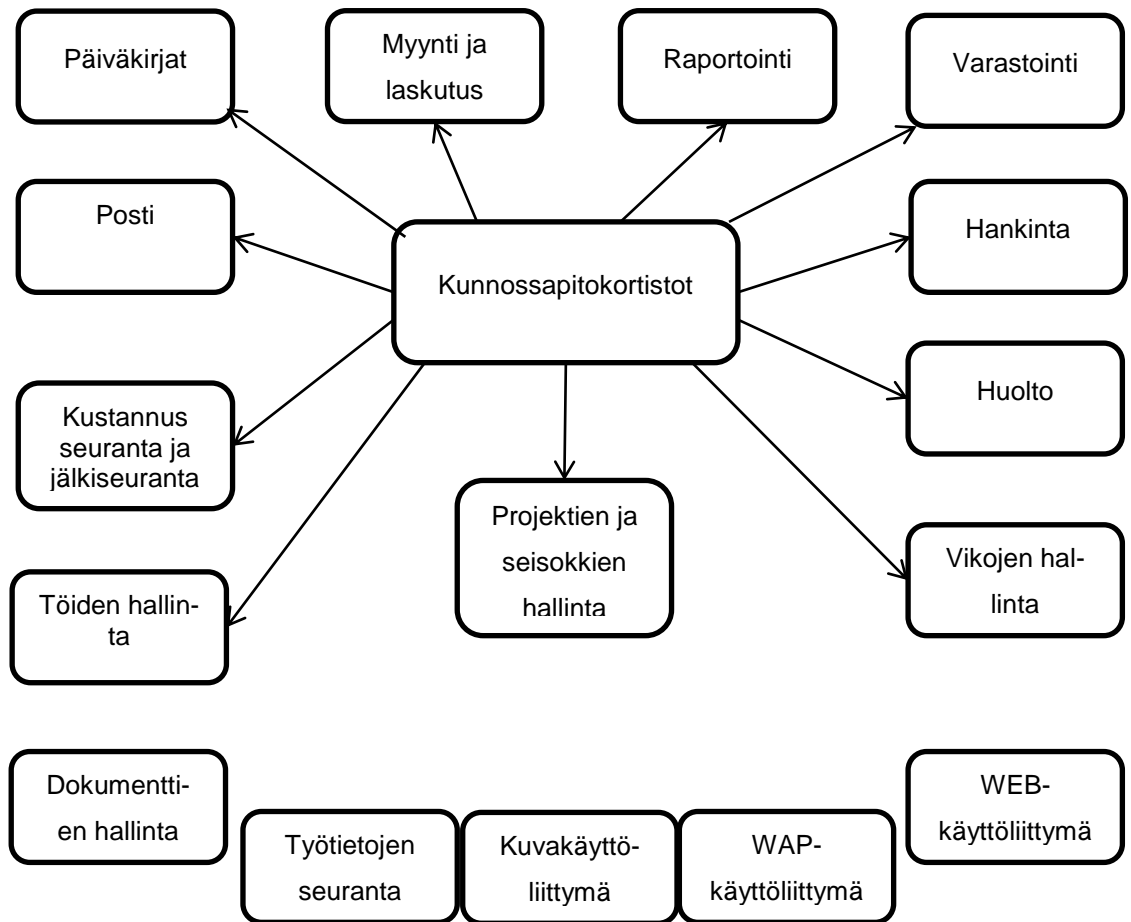
3.5.3 Kunnossapidon tietojärjestelmä

Kunnossapitojärjestelmä on kunnossapidon toiminnanohjaukseen ja materiaalivirtojen hallintaan tarkoitettu järjestelmä, josta on tarvittavat yhteydet muihin tuotantolaitoksen tietojärjestelmiin. Käyttäjäkunnan muodostavat oma kunnossapito, tuotanto ja kunnossapitoa hoitava yritys. Kunnossapitojärjestelmän käyttäjistä työntekijät ovat nykyisin tärkeässä asemassa ja vastaavat suurelta osin uuden tiedon tuottamisesta tietojärjestelmään.

(Mikkonen 2009, 116.)

Kunnossapidon tietojärjestelmä voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta itse toiminnot, joita tietojärjestelmän tulee palvella, ovat yrityksestä riippumatta hyvin samanlaisia. Varastokirjanpito on esimerkiksi kaikissa yrityksissä lähes samanlaista.

Kuviossa 5 on esitetty kunnossapitojärjestelmän päätoiminnot ja liittymät.



KUVIO 5. Kunnossapitojärjestelmän päätoiminnot ja liittymät.

(Kunnossapidon tietojärjestelmä)

Kunnossapidon tietojärjestelmä voidaan jakaa kuvion 5 mukaan osa-alueisiin esimerkiksi seuraavalla tavalla:

Kunnossapitokortistot sisältävät laitekortit (mekaaninen, sähkö, automaatio, rakennus, tietohallinto). Paikkakortit sisältävät laitepaikat, sähköpaikat, automaatiopaikat.

Päiväkirjat sisältävät tuotantopäiväkirjat ja kunnossapitopäiväkirjat.

Posti sisältää järjestelmän sisäisen sähköpostin, tilauskehotusten käsittelyn ja hyväksynnän sekä laskujen hyväksymisen.

Kunnossapitotöiden ohjaus sisältää vikaseurannan, huollon, työsuunnittelun, johon kuuluu seisokkisuunnittelu sekä projektisuunnittelu.

Materiaalien ohjaus sisältää varastojärjestelmän, ostojärjestelmän ja laskujen tarkastuksen.

Kustannuslaskenta sisältää kustannusten valvonnan ja jälkilaskennan.

Myynti- ja laskutusjärjestelmä sisältää myyntitilaukset ja laskutus.

Pääkäyttäjän toiminnot sisältävät käyttäjätunnukset ja käyttöoikeudet sekä parametri- ja ohjaustiedostot.

Raportointi sisältää sovelluskohtaiset valmiit raportit

4 VEDENTUOTANNON KUNNOSSAPIDON NYKYTILA JÄNNENIEMESSÄ

Jänneniemen vedenottamo on tärkeä laitos, koska se pystyy yksin turvaamaan kaupungin veden tarpeen. Vedenottamo sijaitsee noin kahdenkymmenen kilometrin päässä Kuopiosta Joensuuhun päin.

4.1 Esiselvitys

Jänneniemen vedenottamon urakkasopimukset allekirjoitettiin kesäkuussa 2006. Vedenottamo otettiin käyttöön helmikuussa 2008. Vedenottamo sijaitsee maanteitse noin 20 kilometrin päässä Kuopiosta. Vedenottamolla on 5 siiviläputkikaivoa, joiden syvyys vaihtelee 12–19 metrin välillä. Rantaimeytys, raudan ja mangaanin poisto toteutetaan biologisella puhdistusprosessilla. Toimintaa valvotaan ja ohjataan Itkonniemen valvomon kautta. Tuotto tällä hetkellä on noin 12 000 m³/vrk, joka on noin 2/3 kaupungin päivittäisestä veden tarpeesta. Mitoitusvirtaama vuorokaudessa on noin 20 000 m³. Puhdistettu vesi johdetaan 15 km pitkää putkea pitkin Itkonniemelle, jossa se sekoitetaan Itkonniemellä puhdistettuun veteen ja kloorataan ennen veden johtamista kuluttajille. Jänneniemessä veden viipymäaika maaperässä on keskimäärin noin viisi kuukautta. Jänneniemen vedenottamo pystyy yksin turvaamaan koko kaupungin veden tarpeen.

Kunnossapidon kannalta tarvittavat tekniset dokumentaatiot, huolto-ohjeet, piirustukset ja vikahistoria löytyvät Itkonniemen vedenottamolta.

Pumpattavan raakaveden määrä on jokaisesta käytössä olevasta kaivosta saman verran. Sääto toteutetaan porraskäytön periaatteen mukaan. Jänneniemen alavesisäiliön pinta jaetaan 5 pinta-alueeseen, joille kullekin alueelle käyttäjä asettaa halutun muutosprosentin verrattuna Itkonniemestä asetettuun tavoitevirtaamaan. Ohjelma jakaa pumpattavan vesimäärän käytössä oleville pumpuille tasaisesti. Porraskäytössä on portaiden välissä asetettava viive.

Esi-ilmastuksessa ilmastetaan vettä säädettävän ylivuotoreunan (teleskooppiputken) avulla. Lisäksi ilmastusta voidaan tehostaa ilmanvaihdon avulla. Huippuimurin pyörimisnopeutta säädetään lineaarisesti raakavesivirtaaman käyrän avulla. Veden putouskorkeutta voidaan myös säätää teleskoopin korkeutta muuttamalla manuaalisesti. Osa tai kokonaan vedestä voidaan myös ohittaa esi-ilmastusvaihe venttiilijärjestelyin ja happipitoisuus nostetaan noin 1 mg/l. Happipitoisuus ei saa olla liian korkea raudanpoistoa ajatellen, jotta saostuminen tapahtuisi biologisesti ja sakka olisi kevyttä ja helposti käsiteltävää.

Biologinenpikahiekkasuodatus1/raudan poisto sisältää kolme kpl raudanpoistosuodattimia. Suodattimien pinta pidetään vakiona säätämällä suodatinkohtaisesti lähtevän veden venttiileitä pinnanmittauksen ohjaamana. Suodattimien huuhtelutarvetta seurataan suodattimien lähtevässä linjassa olevista painemittauksista ja lähtevän veden venttiilin asennon perusteella.

Pohjailmastus sisältää kaksi kappaletta kompressoreita, jotka voivat toimia tarvittaessa yhtä aikaa. Kompressoreiden ilmantuottoa säädetään kompressorikohtaisilla taajuusmuuttajilla. Sääto toteutetaan ilmamäärän virtaussäätönä. Ilmamääräsäätimen asetusarvo muuttuu käyrän perusteella, joka on riippuvainen raudanpoistosuodattimien vesivirtaamasta. Happipitoisuus nostetaan noin 10 mg/l ja pH-alue 6-8.

Biologinenpikahiekkasuodatus2/mangaanin poisto sisältää neljä kappaletta mangaaniraudanpoistosuodattimia. Toiminta ja sääto ilmamäärän virtaussäätönä, samoin kuin raudanpoistosuodattimissakin. Suodattimen pintakuorma on 7 m/h.

Suodattimien huuhtelutarvetta seurataan suodatinvastuksen, läpi menneen vesimäärän ja suodatusajan perusteella. Huuhtelu tapahtuu suoraikäyttöisellä huuhteluviesipumpulla alavesisäiliön vedellä. Suodattimet huuhdellaan yksi kerrallaan. Huuhteluveden kokonaismäärää säädetään pumpun jälkeisessä putkessa olevan virtausmittauksen ja säätöventtiilin avulla. Suodattimien huuhteluilma tuotetaan kompressoreilla, joiden ilmantuottoa säädetään taajuusmuuttajilla ilmamäärän virtausmittauksen avulla. Suodattimien huuhtelu käynnistetään manuaalisesti ja sen käynnistää aina käyttäjä.

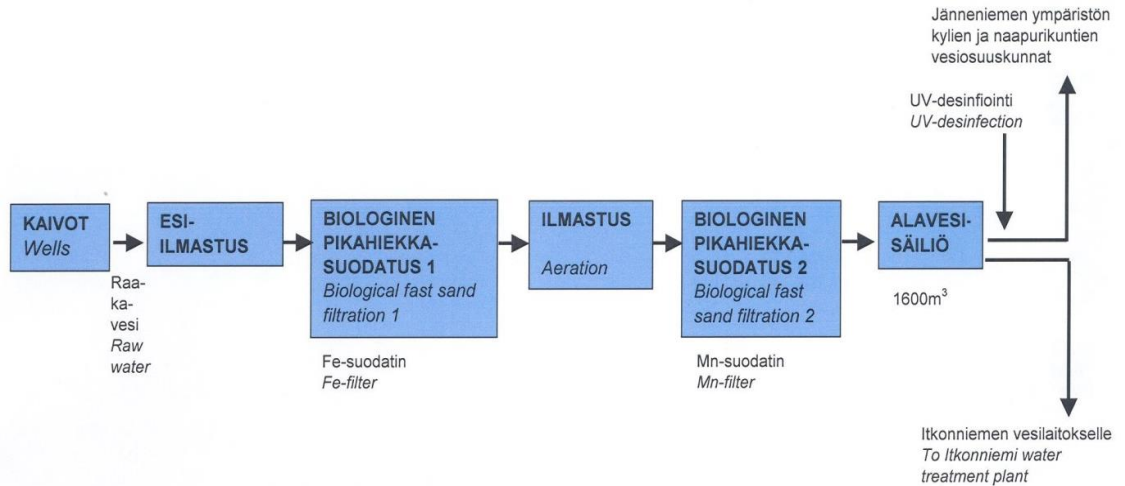
Alavesisäiliö Jänneniemessä on kaksilinjainen, joiden tilavuudet ovat 800 + 800 m³ ja pumppujen putkistot on rakennettu niin, että toinen allas voidaan ottaa huoltoon toisen ollessa käytössä.

Itkonniemellä sijaitsee 135 m³ paineenpitotorni. Paineenpitotornin tarkoituksena on pitää siirtolinjassa määrätty vesipaine, jotta siirtopumpun pysähtyessä linja ei pääsemistään kohdasta tyhjenemään. Paineenpitotorniin tuleva vesi ohjataan Itkonniemen alavesisäiliöön, vesipinta paineenpitotornissa pidetään vakiona lähtevän linjan säätöventtiilin avulla.

Kuviossa 6 on esitetty Jänneniemen vedenottamon virtauskaavio.

JÄNNENIEMEN BIOLOGINEN PIKAHIEKKASUODATUSLAITOS, VIRTausKAAVIO

JÄNNENIEMI BIOLOGICAL FAST SAND FILTRATION PLANT, FLOW CHART



KUVIO 6. Jänneniemen virtauskaavio (Kuopion Vesi: Jänneniemen esittely)

Sähkökatkotilanteiden varalta laitoksella on varavoimakone ja 3-vaiheinen UPS-laite, joiden avulla varmistetaan laitoksen hallinta sähkökatkotilanteissa. Lisäksi prosessiasemilla on omat 1-vaiheiset UPS-laitteensa, jotka varmistavat valvomon, automaatiojärjestelmän ja mittauksien sähkönsyötön sähkökatkotilanteessa.

UPS-laitteilla on tarkoitus sähkökatkotilanteessa varmistaa prosessin ja automaation hallinta siten, että voidaan ohjata kriittiset venttiilit kiinni-asentoon ja turvata ohjausohjelmiston, mittauksen ja tiedonsiirron toiminta noin 120 minuutin ajaksi.

Varavoimakoneella varmistetaan vedensaanti sähkökatkotilanteessa siten, että varavoimakoneella voidaan käyttää samanaikaisesti koneita, joiden yhteisteho on maksimissaan 300 kW.

Kuvassa 1 on Jänneniemen vedenottamo valokuvattuna talviaikaan



KUVA 1. Jänneniemen vedenottamo (Valokuva Marko Leivo 2014-03-26.)

4.2 Resurssit

Henkilöstö resursseihin kuuluu tuotantopäällikkö, joka vastaa vedentuotannosta. Sähköinsinööri vastaa laitoksen sähkö- ja automaatiokunnossapidosta sekä investoinneista. Kunnossapitoinsinöörin tehtäviin kuuluu laitoksen investoinnit, rakentamisen valvonta sekä tarjouskyselyjen- ja päätöspöytäkirjojen laadinta. Kehitysinsinöörin tehtäviin kuuluu vedentuotannon prosessien ja toiminnan kehittäminen. Käyttömestari vastaa laitoksen käytöstä ja kunnossapidosta yhdessä käyttöpäivystäjien ja laitosasentajien kanssa. Mittariasennuksen työnjohtaja vastaa vesimittarien kalibroinnista ja mittariasennuksien työnjärjestyksestä sekä verkoston painemittauksista. Laborantti analysoi päivittäin prosessista otetut vesinäytteet.

Valvonta ohjelmana käytössä Artturi-kunnossapidon ja materiaalihallinnan toiminnanohjausjärjestelmä.

Mittalaitteina mittausten tekemistä varten on kaksi erilaista kannettavaa mittalaitetta: SPM Machine Condition Tester T30, joka pystyy mittaamaan iskusysäysmittaukset, värähtelyt, lämpötilat sekä nopeuden ja SPM Shock Pulse Meter 43 A, joka pystyy mittaamaan iskusysäysmittaukset.

4.3 Kunnossapito

Jänneniemen nykyinen käytäntö on käydä kohteessa viikoittain, jolloin otetaan vesinäytteet ja havainnoidaan laitteiden toimivuus aistinvaraisesti, kuuntelemalla ja katselemalla. Korjaukset tapahtuvat yleensä vasta kun vika ilmenee. Laitteen vioituttua käyttöpäivystäjä kirjaa tapahtuneen ylös käyttöpäiväkirjaan ja käyttömestari lukee aamuisin käyttöpäiväkirjan ja antaa sen mukaan työtehtävät laitosasentajille. Varaosat hankitaan laitteen purkamisen jälkeen jolloin selviävät vaurioituneet osat ja niiden tyypit. Vikojen dokumentaatiot jäävät yleensä tekemättä. Käytössä olevan Artturi toiminnanohjausjärjestelmän käyttö on vähäistä ja puutteellista. Artturiin on kirjattu kaikki laitepaikkatiedot, mutta niiden päivittäminen ja ylläpitäminen jää usein suorittamatta. Tärinämittausten tekeminen on epäsäännöllistä. Käytännössä huoltotoimenpiteet ja dokumentointi jäävät muistin varaan.

Kunnossapidon tietojärjestelmän tulisi toimia yhtenä kunnossapidon työkaluna. Tietojärjestelmä saadaan hyödylliseksi vasta, kun se otetaan käyttöön. Käyttämättömänä järjestelmä aiheuttaa kustannuksia ja hidastaa kunnossapidon toimia. Jotta tietojärjestelmä saadaan käyttöön, joudutaan koko yrityksen kunnossapitohenkilöstö koulutamaan järjestelmän käyttäjiksi. Satunnaista käyttöä on syytä välttää. Ohjelman päivityksien yhteydessä on henkilökunta uudelleen koulutettava. Käyttöönottovaiheessa on syytä perehtyä järjestelmän tuomiin mahdollisuuksiin ja tiedottaa niistä riittävästi. Perustiedot tulee olla ajan tasalla ja niitä tulee ylläpitää muun muassa sitouttamalla käyttäjät päivittämään huollon yhteydessä tapahtuvia muutoksia.

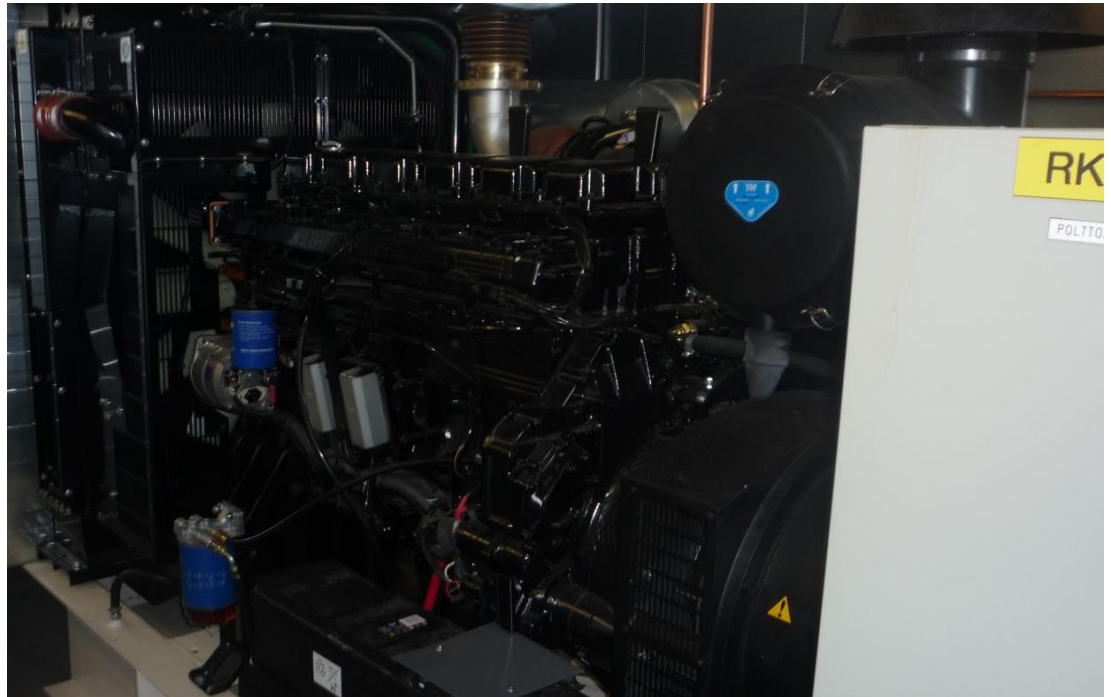
(Järviö 2007, 14.)

Toiminnanohjausjärjestelmän sisältämän informaation on oltava ajan tasalla ja vastattava todellisuutta, jotta se toimii oikein. Järjestelmän tietojen päivittämättä jättäminen johtaa siihen, että motivaatio järjestelmää kohtaan laskee. Edellä mainitusta syystä järjestelmän tulee olla helposti päivitettävissä ja sitä käyttävän henkilön tulee tuntea voivansa vaikuttaa järjestelmän toimintaan. Järjestelmälle asetettuihin vaatimuksiin kuuluvat siis yksinkertainen ohjelmistopäivitys, töiden joustava ryhmittely sekä alhaiset ylläpitokustannukset. Parhaan tuloksen saaminen kunnossapitojärjestelmällä perustuu kunnonseurannan ja ennakkohuollon toimenpiteisiin.

4.4 Jänneniemen huoltokohteita

Tässä kappaleessa esitellään tärkeimpiä huoltokohteita Jänneniemen vedenottamolla.

Kuvassa 2 on Jänneniemen varavoimakone Scania 6-sylinterinen dieselmoottori



KUVA 2. Varavoimakone (Valokuva Marko Leivo 2014-03-26.)

Kuvassa 3 on Kaeser DB 235 C Jänneniemen huuhteluilmakompressorori



KUVA 3. Huuhteluilmakompressorori (Valokuva Marko Leivo 2014-03-26.)

Kuvassa 4 on Kaeser BB69C Jänneniemen kiertomäntäilmastuskompressor



KUVA 4. Ilmastuskompressor (Valokuva Marko Leivo 2014-03-26.)

5 KUNNOSSAPIDON JA ENNAKKOHUOLLON KEHITTÄMINEN JA TEHOSTAMINEN TULEVAISUUDESSA

Opinnäytetyön aiheena oli laatia Kuopion Vedelle Jänneniemenvedenottamolle kunnossapidon seurantasuunnitelma. Suunnitelmaa tarvittiin, koska yksikössä ei ollut käytössä säännöllistä huoltojen ja ennakotarkastusten dokumentointi ohjelmaa. Tavoitteena oli luoda ohjelma, jonka avulla kohteiden huollot ja ennakotarkastukset saataisiin säännöllisiksi ja dokumentoiduksi. Tarkoituksena on laatia huolto- ja tarkastuslistat, joiden avulla tehdyistä toimenpiteistä jää aina dokumentti. Joka huolto- tai tarkastuskäynnillä täytetään lista, jossa selviää tehdyt toimenpiteet. Listat toimitetaan ja kerätään Itkonniemen päälaitokselle, josta niistä on helppo tarkastaa mitä ja milloin on tehty.

Seuraavaksi kappaleessa 5.1 esitetään huolto- ja tarkastuslistat, joiden avulla tehdyt huollot ja tarkastukset olisi helppo dokumentoida.

5.1 Huoltokohteet-taulukko

Seuraavaksi esitellään Jänneniemenn kunnossapidon huoltokohteita. Huoltolistassa näkyy huollettavan laitteen nimi, huoltokohteet, huoltovälit ja tarvittavia laitteita. Tarkat tiedot huolloissa tarvittavista tarvikkeista ja menetelmistä löytyvät valmistajien ohjekirjoista, jotka säilytetään Itkonniemen vedenottamolla. Niistä löytyy tarkat öljy-laadut ja vaihtovälit ja mahdollisesti tarvittavien varaosien tilauksiin tiedot. Huoltolistan sisältö muodostui useiden vedenottamolla käyntien aikana. Käynneillä on mietitty listan järjestystä, että se olisi mahdollisimman looginen täyttää. Listan tekoa varten on otettu valokuvia sekä tutkittu muita dokumentteja ja huolto/käyttöohjeita.

Jänneniemen huoltolista

Laite	Huoltokohteet	Huoltoväli	Tarvittavat laitteet/Tarvikkeet
Varavoimakone	<ul style="list-style-type: none"> - Öljyn ja suodattimen vaihto - Ilman suodattimen tarkistus - Hihnat - Koekäyttö 	Öljyt ja suodattimet käyttötuntien/ajan perusteella. Tarkastus koekäytön aikana. Koekäyttö kuukauden välein.	Öljy, suodatin, polttoaine
Paineenkorotuspumput ja huuhteluvesipumppu	Suoritetaan rasvaukset ja tärinämittauksia	Valmistajan ohjeiden mukaan	Rasvapuristin, rasva ja tärinämittari
Ilmastus- ja huuhteluilmakompressorit	Öljyn vaihto ja hihnojen tarkastus	Öljyn vaihto 1500 h välein	Öljy, hihnat
Uppomoottoripumput	Seurataan tuottoa ja taajuusmuuttajan toimintaa	Käyttöpäivystäjä seuraa.	
Uv-laitteisto. Valvonta tekniikko suorittaa.	Seurataan intensiteetin laskua.	Tarvittaessa puhdistus happoliuoksella tai mekaanisesti pyyhkimällä. Ohje laatuksikirjassa	
Ilmansuodatinlaitteet	Ilmansuodatin	Vaihto kaksi kertaa vuodessa	Suodattimet
Sähkötoimilaitteet venttiileineen	Venttiilit. Raja-arvot ajetaan 6kk välein.	Havaittaessa toiminnassa häiriö syy selvitetään	

5.2 Tarkastuskohteet tarkastuskäynnillä

Seuraavaksi esitellään Jänneniemessä olevat kunnossapidon tarkastuskohteet. Listassa on tarkastettavan laitteen nimi ja tarkastuskohteet. Tarkastusvälineinä käytetään näkö, kuulo sekä muita aistinvaraisia tarkastuskeinoja. Tarkastus listaan on tarkoitus merkitä kaikki vähäkään normaalista poikkeavat huomiot, jolloin on tiedossa jo ensimmäinen havaintoaika mahdollisesti myöhemmin pahenevasta viasta. Eli listaan merkitään kaikki huomiot, vaikka ne eivät vielä vaatisikaan toimenpiteitä. Tämän listan täyttäminen on tarkoitus tehdä jokaisella tarkastuskäynnillä.

Jänneniemen tarkastuslista

Laite	Tarkastuskohteet	Välineet	Huomio	X
-------	------------------	----------	--------	---

Mangaanisuodattimet		Silmämääräinen tarkastus		
Huuhteluilmakompressorit	Öljyn määrä, vuodot, hihnat	Näkö ja kuulohavainnot		
Ilmastointi		Silmämääräinen tarkastus		
Puhdasvesipumput	Äänihavainnot	Näkö ja kuulohavainnot		
Huuhteluvesipumppu		Näkö ja kuulohavainnot		
Lämpöpuhallin(2)	Onko tila lämmin	Aistinvarainen tarkastus		
Varavoimakone	Polttoaineen määrä, vuodot, yleinen tila	Silmämääräinen tarkastus		
Ilmastuskompressorit(2)	Hihnat	Näkö ja kuulo havainnot		
Taajuusmuuttajatilat		Silmämääräinen tarkistus		
Dynasant tila	Lämmitys	Aistinvarainen tarkistus		

Muut huomioitavat asiat:

Päivämäärä:

Tekijän kuittaus:

--	--

6 TULOKSET JA YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli laatia Kuopion Vedelle kunnossapitosuunnitelma, jossa tehdyt toimenpiteet tulee dokumentoitua. Suunnitelma laadittiin, koska Jänneniemen vedenottamolla ei ollut käytössä säännöllistä huolto- ja kunnossapito ohjelmaa. Tavoitteena oli luoda ohjelma, jonka avulla kohteiden tehdyt huollot ja korjaukset hallittaisiin, säännöllistettäisiin ja ennen kaikkea dokumentoitaisiin.

Työn tuloksena laadittiin huolto- ja tarkastuslistat, joiden avulla tehtyjen toimenpiteiden dokumentointi helpottuu ja tulee tehtyä. Näin huoltojen ja tarkastusten seuraaminen helpottuu. Täytettyjen ja tallennettujen listojen avulla on tulevaisuudessa helppo seurata tehtyjen huoltojen aikatauluja sekä korjausten ajankohtia. Asiat ovat silloin kaikkien nähtävissä, eivätkä ne jää muistin varaan. Aikaisemmin ne ovat olleet lähinnä käyttömestarin muistissa, jos asentajat ovat muistaneet kertoa tehdyt työt.

Yhteenvetona voi todeta, että huoltojen dokumentointi tulee helpottamaan huomattavasti asentajien ja muiden niitä tietoja tarvitsevien työtä. Ei tehdä turhia päällekkäisiä huoltoja ja tarkistuksia.

7 LÄHTEET

JÄRVIÖ, Jorma 2007. Kunnossapito. 4. uudistettu painos. Hamina: Oy Kotkan Kirjapaino Ab.

KUNNOSSAPIDON PERUSTEET. Oppimateriaali. [Viitattu 2014-09-15.] Saatavissa:

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-1_mita_on_kunnossapito.html

KUNNOSSAPIDON TIETOJÄRJESTELMÄ. Oppimateriaali. [Viitattu 2014-09-15.] Saatavissa:

http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_4-2_kunnossapidon_tietojarjestelman_osa-alueet.html

KUOPION VESI. Esittelymateriaali. [Viitattu 2014-03-25.] Saatavissa:

<http://www.kuopio.fi/web/kuopion-vesi/kuopion-vesi>

KUOPION VESI. Jänneniemen esittely. [powerpoint]. Sijainti: Kuopio: Kuopion Vesi. Itkonniemen päävedenottamo.

KUOPION VESI. Tuotanto ja puhdistus. [Viitattu 2014-09-16.] Saatavissa: <http://www.kuopio.fi/web/kuopion-vesi/tuotanto-ja-puhdistus>

KUOPION VESI. Verkostot. [Viitattu 2014-09-29.] Saatavissa:

<http://www.kuopio.fi/web/kuopion-vesi/verkostot>

MIKKONEN, Henry 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito.1.painos. Kerava: Savion Kirjapaino Oy.

PROSESSIAUTOMAATIO. Tiedostot. [Viitattu 2014-10-20.] Saatavissa: www.automaatioseura.fi/index/tiedostot/Prosessiautomaatio.doc